



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Veröffentlichung**
⑩ **DE 198 82 983 T 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
C 23 C 26/00

- der internationalen Anmeldung mit der
- ⑧ Veröffentlichungsnummer: WO 99/46423 in
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 - ⑦ Deutsches Aktenzeichen: 198 82 983.3
 - ⑥ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP98/01006
 - ⑥ PCT-Anmeldetag: 11. 3. 1998
 - ⑦ PCT-Veröffentlichungstag: 16. 9. 1999
 - ④ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 8. 3. 2001

4

⑦ Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦ Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

⑦ Erfinder:
Goto, Akihiro, Tokio/Tokyo, JP; Moro, Toshio,
Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤ Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung und Verfahren zur Herstellung der grünen
Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung

DE 198 82 983 T 1

DE 198 82 983 T 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

28.08.00

1

DE 198 82 983 T1

83 830 n7/wa

**Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung
und Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode
zur Entladungsoberflächenbehandlung**

B E S C H R E I B U N G

TECHNOLOGISCHES GEBIET:

Die vorliegende Erfindung betrifft eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung und ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung und insbesondere eine grüne Kompaktelektrode (Entladungselektrode), die für die Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird, um harte anodische Oxidationsbeschichtungen auf der Oberfläche eines Werkstücks zu bilden, und auch ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode.

TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND:

In JP-OS Hei 9-19829 wird ein Verfahren der Entladungsoberflächenbehandlung offenbart, das eine grüne Kompaktelektrode in Gegenwart einer Behandlungsflüssigkeit, wie beispielsweise eines Entladungsbehandlungsöls, verwendet, und das eine Pulsentladung zwischen einer grünen Kompaktelektrode und

28.08.00

2

DE 198 82 983 T1

einem Werkstück verwendet, um eine harte anodische Beschichtung des Elektrodenmaterials oder einer Substanz, wie beispielsweise eines Metallcarbids von TiC , die durch Reaktion des Elektrodenmaterials auf der Oberfläche des Werkstücks durch die Entladungsenergie entsteht, zu bilden.

Im allgemeinen wird die grüne Kompaktelektrode unter Ausnutzung einer Eigenschaft des Metallpulvers, dass das Pulver aushärtet, wenn ein Pulver eines Metalls, wie Ti , in ein Presswerkzeug eingefüllt wird und das Metallpulver in dem Presswerkzeug durch einen Druckstempel unter Druck gesetzt und verdichtet wird, hergestellt.

Die grüne Kompaktelektrode sintert auch dann nicht, wenn ein Metallpulver verwendet wird, das verschieden ist von der Elektrode für den Entladungsprozess, der in den JP-0Sen Sho 56-126535 und Sho 62-127448 offenbart ist, und folglich hängen die letztendlich erreichte Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand von dem Zustand ab, wenn ihre Druckbehandlung und Verdichtung vollständig sind.

Um folglich eine gewünschte endgültige Elektrodenfestigkeit und elektrischen Widerstand zu erhalten, benötigt die grüne Kompaktelektrode einen Druck von etwa 5 tonf/cm^2 als Verdichtungsdruck. Wenn der Verdichtungsdruck niedriger ist, kann die Festigkeit der verdichteten Elektrode nicht ausreichend sein oder der elektrische Widerstand der Elektrode kann extrem gross werden, so dass die Elektrode nicht geeignet als grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung verwendet werden kann.

20.08.00

DE 198 82 983 T1

Andererseits ist jedoch, wenn eine Elektrode mit solch einem grossen Verdichtungsdruck verdichtet wird, der Druck auf das metallische Presswerkzeug ebenso grösser und aus diesem Grund kann die grüne Kompaktelektrode absplintern oder zerbrechen, wenn die grüne Kompaktelektrode nach dem Verdichten aus dem metallischen Presswerkzeug herausgenommen wird, so dass die Herstellungserträge der grünen Kompaktelektrode im Ergebnis niedrig sind.

Wie oben beschrieben, wird das Erfordernis eines hohen Verdichtungsdrucks, um eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung unter Druck zu setzen und zu verdichten, grösstenteils durch die Tatsachen verursacht, dass eine Bindungsstruktur von Partikeln nur mit Partikeln eines Metallcarbids, wie TiC , lose sein kann und das Pulver nicht gleichmässig in ein metallisches Presswerkzeug eingefüllt werden kann.

Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die zuvor beschriebenen Probleme zu lösen und es ist ein erfindungsgemässes Ziel, eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitzustellen, die die Elektrodenfestigkeit und den elektrischen Widerstandswert besitzt, die für eine grüne Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich ist, durch Verdichtung mit einem im Vergleich kleineren Verdichtungsdruck und die hohe Herstellungserträge erreichen kann, und ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung.

20.08.00

DE 198 82 983 T1

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG:

Die vorliegende Erfindung kann eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, die zur Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung einer Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, die aus einem Elektrodenmaterial besteht oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie auf der Oberfläche des Werkstücks erhalten wird; die Elektrode wird erhalten durch Mischung von Weichmetallpulver mit einem Metallpulver oder einem Pulver eines Verbundmetalls und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers.

Wenn entsprechend eine grüne Kompaktelektrode unter Druck gesetzt und verdichtet wird, gelangt das Weichmetallpulver in den Raum zwischen den Teilchen des Metallpulvers oder Verbundmetallpulvers als Haftmittel und verformt sich im Raum zwischen den Partikeln plastisch so, dass die Elektrode mit Pulver gehärtet wird, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden, auch wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann eine grüne Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, in welcher das Verbundmetallpulver ein TiH_2 -Pulver ist und das Weichmetallpulver ein Ag-Pulver ist.

28.08.00

5

DE 198 82 983 T1

Wenn entsprechend eine grüne Kompaktelektrode unter Druck gesetzt und verdichtet wird, gelangt das Ag-Pulver, das vergleichsweise weich ist und einen niedrigen elektrischen Widerstand hat, in den Raum zwischen den TiH_2 -Partikeln, verformt sich im Raum zwischen den Partikeln plastisch und härtet die Elektrode mit dem Pulver, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden, auch wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird. In dieser grünen Kompaktelektrode entsteht die harte anodische Oxidationsbeschichtung von TiC bei der Entladungsoberflächenbehandlung infolge einer Reaktion von TiH_2 mit dem Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit.

Die vorliegende Erfindung kann eine grüne Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, die zur Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung einer Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, bestehend aus einem Elektrodenmaterial oder einer Substanz, die durch eine Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie auf der Oberfläche des Werkstücks erhalten wird; die Elektrode wird erhalten durch Mischen eines Haftmittels mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.

28.08.00

6

DE 198 82 983 T1

Entsprechend werden Partikel des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers durch ein Haftmittel aneinandergebunden, und so wird eine Elektrode mit Pulver gehärtet, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden, auch wenn die Elektrode bei einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann eine grüne Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, in welcher das Haftmittel ein kohlenstoffhaltiges Haftmittel auf Polymerbasis ist, wie beispielsweise ein Epoxyharz oder Phenolharz.

Folglich reagiert bei der Entladungsoberflächenbehandlung zusätzlich zur Reaktion des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers mit dem Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver mit dem Kohlenstoff in dem Haftmittel, so dass eine harte Carbidmetallbeschichtung erhalten werden kann.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, die für die Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung einer Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten des Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, bestehend aus einem Elektrodenmaterial oder einer

28.08.00

DE 198 82 983 T1

Substanz, die durch eine Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie auf der Oberfläche des Werkstücks erhalten wird; das Verfahren umfasst die Schritte des Vermischens eines Weichmetallpulvers mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.

Wenn folglich eine grüne Kompaktelektrode unter Druck gesetzt und verdichtet wird, gelangt das Weichmetallpulver in den Raum zwischen den Partikeln des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers als Haftmittel und verformt sich innerhalb des Partikelzwischenraums plastisch, und härtet so die Elektrode mit Pulver aus, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf dies Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden, auch wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, in welcher das Verbundmetallpulver ein TiH_2 -Pulver ist und das Weichmetallpulver ein Ag-Pulver ist.

Wenn folglich eine grüne Kompaktelektrode unter Druck gesetzt und verdichtet wird, gelangt das Ag-Pulver, das vergleichsweise weich ist und einen niedrigen elektrischen Widerstand hat, in den Raum zwischen den TiH_2 -Partikeln und verformt sich im Raum zwischen den Partikeln plastisch und härtet so die Elektrode mit Pulver, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der

elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden, auch wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird. In dieser grünen Kompaktelektrode wird bei der Entladungsoberflächenbehandlung eine harte anodische Oxidationsbeschichtung von TiC erhalten, infolge einer Reaktion von TiH_2 mit dem Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, die zur Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, bestehend aus einem Elektrodenmaterial oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie auf der Oberfläche des Werkstücks erhalten wird; das Verfahren umfasst die Schritte des Einfüllens des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers in ein Presswerkzeug, während man das Presswerkzeug vibrieren lässt, und Unterdrucksetzen und Verdichten des Pulvers im Presswerkzeug. Der obige Fall des Einfüllens unter Vibration erfolgt unter den nachstehenden Bedingungen: Mehrere Gramm bis einige Hundert Gramm als Einfüllmenge; einige zehn Sekunden als Zeit für die Einfüllung unter Vibration; 1 bis 50 μm als Partikeldurchmesser; 5 μm oder mehr als Amplitude; und 10 Hz oder mehr als Vibrationsfrequenz.

Wegen des Einfüllens unter Vibration wird das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver dicht in das Presswerkzeug eingefüllt und das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver kann gleichmässig in das Presswerkzeug eingefüllt werden. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, auch dann erhalten werden, wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, wobei Ultraschallvibration auf das Presswerkzeug angewendet wird.

Infolge des Einfüllens unter Ultraschallvibration wird das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver effektiv dicht in das Presswerkzeug eingefüllt und das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver kann gleichmässig in das Presswerkzeug eingefüllt werden. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, auch dann erhalten werden, wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, die zur Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung einer Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder

Verbundmetallpulvers erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, bestehend aus einem Elektrodenmaterial oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie auf der Oberfläche des Werkstücks erhalten wird; das Verfahren umfasst die Schritte der Vermischung eines Haftmittels mit einem Metallpulver oder einem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.

Folglich wird das Metallpulver oder Verbundmetallpulver durch ein Haftmittel verbunden und so eine Elektrode mit Pulver ausgehärtet, was den elektrischen Widerstand der Elektrode erniedrigt. Auf diese Weise können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, auch dann erhalten werden, wenn die Elektrode mit einem niedrigen Verdichtungsdruck verdichtet wird.

Die vorliegende Erfindung kann ein Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung bereitstellen, wobei das Haftmittel ein kohlenstoffhaltiges Haftmittel auf Polymerbasis ist, wie beispielsweise ein Epoxyharz und Phenolharz.

Folglich reagiert bei der Entladungsoberflächenbehandlung zusätzlich zur Reaktion des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers mit dem Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit das Metallpulver oder das Verbundmetallpulver mit dem Kohlenstoff in dem Haftmittel, so dass eine harte Carbidmetallbeschichtung erhalten werden kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN:

- Fig. 1 ist eine Ansicht, die schematisch ein Beispiel einer Mikrostruktur der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung zeigt,
- Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Herstellungsvorrichtung zeigt, die verwendet wird, um das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung durchzuführen,
- Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht, die ein weiteres Beispiel der Herstellungsvorrichtung zeigt, die verwendet wird, um das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung durchzuführen, und
- Fig. 4 ist eine Ansicht, die schematisch ein weiteres Beispiel der Mikrostruktur der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung zeigt.

BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG:

Unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen werden nun bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

28.08.00

12

DE 198 82 983 T1

AUSFÜHRUNGSFORM 1

Fig. 1 zeigt schematisch eine Mikrostruktur der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung. Die erfindungsgemässe grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (10) wird erhalten durch Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers (13), welches eine Mischung eines Metallpulvers oder eines Verbundmetallpulvers (nachfolgend als Metallpulver bezeichnet) (11), wie beispielsweise Metallcarbid als einer Hauptkomponente der harten anionischen Oxidationsbeschichtung, die durch Entladungsoberflächenbehandlung erhalten wird, und des Weichmetallpulvers (12) ist, in die Form einer Elektrode mit einem Presswerkzeug.

Das Metallpulver (11) ist ein TiH_2 -Pulver (Titanhydrid) und das Weichmetallpulver (12) ist ein Ag-Pulver.

In diesem Fall kann ein Partikeldurchmesser des Metallpulvers (11) von etwa 1 bis 40 μm und ein Partikeldurchmesser des Weichmetallpulvers (12) von etwa 1 bis 100 μm ausreichend sein und das Verhältnis des Metallpulvers (11) und Weichmetallpulvers (13) kann etwa 10:1 Gew.% sein.

Diese grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (10) wird unter Verwendung eines Druckstempels (50) und eines Presswerkzeugs (52), das auf einer Presswerkzeugplatte (51) befestigt ist, wie in Fig. 2 gezeigt, unter Druck gesetzt und verdichtet, wobei das gemischte Pulver (13) des Metallpulvers (11) mit dem Weichmetallpulver (12) in das Presswerkzeug (52) eingefüllt und das Pulver durch den Stempel (50) unter Druck gesetzt wird. Die grüne Kompaktelektrode zur

28.08.00

13

13

DE 198 82 983 T1

Entladungsoberflächenbehandlung (10) wird unter Druck gesetzt und verdichtet in einen Zustand, wo das Weichmetallpulver (12), wie beispielsweise Ag, mit dem Metallpulver (11), wie beispielsweise TiH_2 , gemischt wird, so dass die grüne Kompaktelektrode (10) fest aushärten kann, auch wenn der Verdichtungsdruck für die Elektrode bis auf etwa 2 tonf/cm² erniedrigt wird, womit die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden können.

Wenn die grüne Kompaktelektrode (10) unter Druck gesetzt und verdichtet wird, gelangt das Weichmetallpulver (12) in den Raum zwischen den Partikeln des Metallpulvers (11) als ein Haftmittel und verformt sich im Raum zwischen den Partikeln plastisch, was für die Härtung der Elektrode mit Pulver wirksam ist und auch für die Erniedrigung des elektrischen Widerstands der Elektrode. Der elektrische Widerstand der grünen Kompaktelektrode (10) kann auf einem ausreichend niedrigen Wert gehalten werden, insbesondere indem Ag-Pulver mit einem niedrigen elektrischen Widerstand zugemischt wird.

Auf diese Weise kann die grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (10) mit der Elektrodenfestigkeit und dem elektrischen Widerstand, der erforderlich ist für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, unter Druck gesetzt und verdichtet werden mit einem niedrigen Verdichtungsdruck, so dass der Druck auf das metallische Presswerkzeug reduziert wird und folglich die Wahrscheinlichkeit des Absplitters oder Zerbrechens einer grünen Kompaktelektrode (10), wenn die grüne Kompaktelektrode (10) nach der Verdichtung aus dem metallischen

28.08.00

14

14

DE 198 82 983 T1

Presswerkzeug herausgenommen wird, und die Herstellungserträge der grünen Kompaktelektrode (10) verbessert werden.

Wenn der Verdichtungsdruck für eine Elektrode niedriger ist, ist die Kraft, die auf das metallische Presswerkzeug gedrückt wird, kleiner, was es möglich macht, eine dicke grüne Kompaktelektrode oder eine schlanke und lange, grüne Kompaktelektrode zu verdichten.

Mit der grünen Kompaktelektrode (10), die durch Mischung von Ag-Pulver mit TiH_2 -Pulver erhalten wurde, können qualitativ hochwertige harte anodische Oxidationsbeschichtungen mit TiC erhalten werden, die durch deren Reaktion mit dem Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit durch die Entladungsenergie entstehen.

Die Entladungsoberflächenbehandlung wird unter den gleichen Bedingungen durchgeführt unter Verwendung der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode, die durch Mischen von Ag-Pulver mit TiH_2 -Pulver und Unterdrucksetzen und Verdichten bei etwa 2 tonf/cm^2 erhalten wurde, und auch des konventionellen Typs der grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten bei 5 tonf/cm^2 ohne Beimischung von Ag erhalten wurde, und im Ergebnis wurden nachstehende Eigenschaften der Beschichtungen beider Elektroden erhalten: eine Vickers-Härte von etwa 2.500 HV; die Haftungskraft war stark; und die Beschichtungsdicke war etwa $5 \mu\text{m}$ und es wurde kein Unterschied zwischen den beiden gefunden.

Das Metallpulver (11) für die grüne Kompaktelektrode (10) konnte ein Pulver eines Metallcarbids oder dergleichen, wie WC, anders als TiH_2 , sein, und das Weichmetallpulver

28.08.00

15

DE 198 82 983 T1

(12), das mit dem Metallpulver (11) vermischt werden soll, konnte ein Pulver eines Weichmetalls, wie Au, Ag, Pb, Sn, In und Ni, anders als Ag, sein, und weiterhin kann auch ein Keramikpulver mit dem Metallpulver vermischt werden.

AUSFÜHRUNGSFORM 2

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der Herstellungsvorrichtung, die verwendet wird, um das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung durchzuführen. In dieser Ausführungsform ist eine Presswerkzeugplatte (51) auf einer Erregervorrichtung (53) angebracht. Wenn Metallpulver (11), wie TiH_2 , in das Presswerkzeug (52) eingefüllt wird, wird das Presswerkzeug (52) unter Verwendung der Erregervorrichtung (53) in Vibration versetzt und das Metallpulver (11) wird in das Presswerkzeug (52) eingefüllt, während dieses in Vibration versetzt wird.

Mit dieser Vorgehensweise wird die Dichte des in das Presswerkzeug eingefüllten Metallpulvers (11) hoch, so dass das Metallpulver (11) gleichmässig in das Presswerkzeug (52) eingefüllt wird.

Die Erregervorrichtung (53) kann eine Vorrichtung zur Anwendung von Ultraschallvibrationen auf ein Presswerkzeug verwenden oder eine Vorrichtung zur Anwendung von Vibrationen mit einem längeren Zyklus. Die Anwendung von Ultraschallvibration darauf hat jedoch den besseren Effekt, wenn das Metallpulver dicht eingefüllt wird. Ein Vibrationssystem, das mit einem Hammer an ein metallisches Presswerkzeug klopft, kann anstelle der Erregervorrichtung (53) verwendet werden.

28.08.00

~~18~~

16

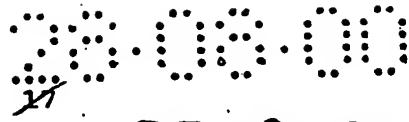
DE 198 82 983 T1

Das Pulvergewicht wurde verglichen, wenn das Metallpulver (11) vollständig in ein metallisches Presswerkzeug eingefüllt ist, indem die Erregervorrichtung (53) verwendet wurde und indem die Erregervorrichtung (53) nicht verwendet wurde, und im Ergebnis konnte dann, wenn die Erregervorrichtung (53) verwendet wurde, 1,3 mal mehr Pulver, verglichen mit dem Fall, wenn die Erregervorrichtung nicht verwendet wurde, eingefüllt werden.

Auf diese Weise war es möglich, festzustellen, dass eine gewünschte grüne Kompaktelektrode auch dann ausreichend verdichtet werden kann, wenn der Verdichtungsdruck ein wenig verringert wird. Im allgemeinen ist, wenn eine grüne Kompaktelektrode ohne Verwendung der Erregervorrichtung (53) unter Druck gesetzt und verdichtet wird, für das Verdichten ein Druck von etwa 5 tonf/cm² erforderlich, aber wenn die Erregervorrichtung (53) verwendet wurde, liess sich eine grüne Kompaktelektrode ohne irgendeine Schwierigkeit verdichten, auch wenn der Verdichtungsdruck bis 4 tonf/cm² verringert wurde.

So ist die Wahrscheinlichkeit des Absplittersns oder Zerbrechens einer grünen Kompaktelektrode, wenn sie nach dem Verdichten aus dem metallischen Presswerkzeug herausgenommen wird, reduziert, und die Herstellungserträge der grünen Kompaktelektrode werden ebenso verbessert.

Es sollte erwähnt werden, dass dieses Herstellungsverfahren auf den Fall anwendbar ist, wo gemischtes Pulver (13) von Metallpulver (11) mit Weichmetallpulver (12) verwendet wird, und dass der gleiche Effekt erzielt werden kann.



17

DE 198 82 983 T1

AUSFÜHRUNGSFORM 3

Fig. 4 zeigt schematisch die Mikrostruktur der erfindungsgemässen grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung. Die erfindungsgemässe grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (20) wird erhalten durch Mischung eines Haftmittels (22) in ein Metallpulver oder ein Verbundmetallpulver, wie ein Metallcarbid, als einer Hauptkomponente harter anodischer Oxidationsbeschichtungen, die durch Entladungsoberflächenbehandlung entstehen und weiter in eines der Pulver mit zugemischtem Keramikpulver (nachher als Metallpulver beschrieben) (21) und Unterdrucksetzen und Verdichten des Pulvers mit einem Presswerkzeug in die Form einer Elektrode.

Kohlenstoffhaltige Haftmittel auf Polymerbasis, wie beispielsweise Epoxyharz und Phenolharz, können als Haftmittel (22) verwendet werden.

Diese grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (20) wird ebenso unter Druck gesetzt und verdichtet durch Verwendung des Druckstempels (50) und des Presswerkzeugs (52), das wie in Fig. 2 gezeigt auf der Presswerkzeugplatte (51) befestigt ist, wobei Pulver eingefüllt wird mit dem in das Metallpulver (21) gemischten Haftmittel (22), und das Pulver durch den Stempel (50) unter Druck gesetzt wird.

Das Haftmittel (22) bindet die Partikel des Metallpulvers (21) aneinander und wirkt so, dass eine gewünschte Elektrodenfestigkeit erhalten werden kann. Im Falle des Metallpulvers (21) mit TiH_2 kann die grüne Kompaktelektrode (20) mit dem Haftmittel (22) auch dann fest aushärten, wenn der Verdichtungsdruck für die



18

DE 198 82 983 T1

Elektrode soweit wie etwa 2 tonf/cm^2 oder weniger verringert wird, und folglich können die Elektrodenfestigkeit und der elektrische Widerstand, die für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich sind, erhalten werden.

Auf diese Weise können die grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung (20) mit der Elektrodenfestigkeit und dem elektrischen Widerstand, der für eine grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung erforderlich ist, mit einem niedrigen Verdichtungsdruck unter Druck gesetzt und verdichtet werden, so dass der auf das metallische Presswerkzeug ausgeübte Druck verringert wird und folglich die Wahrscheinlichkeit des Absplitters oder Zerbrechens einer grünen Kompaktelektrode (20), wenn die grüne Kompaktelektrode (20) nach dem Verdichten aus dem metallischen Presswerkzeug herausgenommen wird, verringert und die Herstellungsausbeuten der grünen Kompaktelektrode (20) ebenso verbessert werden.

Wenn das Haftmittel (22) in das Metallpulver gemischt wird, kann zusätzlich zur Wirkung der Härtung der Elektrode der Effekt erzielt werden, dass die Härte von durch Entladungsoberflächenbehandlung gebildeten Beschichtungen erhöht wird.

Wenn beispielsweise eine grüne Kompaktelektrode mit TiH_2 -Metallpulver verwendet wird, ist die Hauptkomponente der Beschichtungen TiC und zwar deswegen, weil TiC durch eine Reaktion zwischen Ti in der Elektrode mit dem Kohlenstoff C als einer Komponente in der Behandlungsflüssigkeit entsteht. In diesem Fall verbleibt, wenn das Angebot an Kohlenstoff grösser ist als was durch die grüne

28.08.00

19

DE 198 82 983 T1

Kompaktelektrode verbraucht wird, unreagiertes Ti, das nicht in TiC überführt wird, in der Beschichtung, was verursacht, dass sich die Härte der Beschichtungen verringert.

Ein Haftmittel wird durch thermische Energie infolge der Entladung zersetzt, weil es eine Substanz ist, die Kohlenstoff C, Wasserstoff H und Sauerstoff O umfasst, und Wasserstoff wird hauptsächlich in Wasser H_2O oder Wasserstoffgas H_2 zersetzt, Sauerstoff in Wasser H_2O und Kohlendioxid CO_2 , und Kohlenstoff in Kohlendioxid CO_2 und Kohlenstoff C. Der hier erzeugte Kohlenstoff wird verwendet, wenn Ti in der grünen Kompaktelektrode mit TiC reagiert, was die Bildung harter anodischer Oxidationsbeschichtungen unterstützt.

Harte Carbidmetallbeschichtungen können nämlich erhalten werden durch Reaktion von Metallpulver (21) mit Kohlenstoff in dem Haftmittel (22), zusätzlich zur Reaktion des Metallpulvers (21) mit Kohlenstoff in der Behandlungsflüssigkeit.

INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT:

Die erfindungsgemäße grüne Kompaktelektrode ist anwendbar auf eine Entladungselektrode, die zur Entladungsoberflächenbehandlung zur Bildung harter anodischer Oxidationsbeschichtungen darauf verwendet wird.

28.08.00

24

10

DE 198 82 983 T1

Z U S A M M E N F A S S U N G

Grüne Kompaktelektrode zur
Entladungsoberflächenbehandlung, die für die
Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur
Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und einer
grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und
Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines
Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der
Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung eines
Elektrodenmaterials oder einer Substanz, die durch eine
Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie
erhalten wird, auf der Oberfläche des Werkstücks; die
Elektrode wird erhalten durch Mischen eines
Weichmetallpulvers als Haftmittel mit dem Metallpulver
oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und
Verdichten des gemischten Pulvers.

20.08.00

20

21

DE 198 82 983 T1

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, die verwendet wird für die Entladungsoberflächenbehandlung zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und der grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung eines Elektrodenmaterials oder einer Substanz, die durch eine Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie erhalten wird, auf der Oberfläche des Werkstücks; diese Elektrode wird erhalten durch Mischen eines Weichmetallpulvers mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers.
2. Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung gemäss Anspruch 1, wobei das Verbundmetallpulver ein TiH_2 -Pulver ist und das Weichmetallpulver (12) ein Ag-Pulver.
3. Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, die verwendet wird für die Entladungsoberflächenbehandlung zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und der grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung eines Elektrodenmaterials oder einer Substanz, die durch eine Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie erhalten wird, auf der Oberfläche



21

12

DE 198 82 983 T1

des Werkstücks; die Elektrode wird erhalten durch Mischen eines Haftmittels mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.

4. Grüne Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung gemäss Anspruch 3, wobei das Haftmittel ein kohlenstoffhaltiges Haftmittel auf Polymerbasis, wie beispielsweise Epoxyharz und Phenolharz, ist.
5. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, die für die Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung eines Elektrodenmaterials oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie erhalten wird, auf der Oberfläche des Werkstücks; dieses Verfahren umfasst die Schritte des Mischens eines Weichmetallpulvers mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.
6. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode für die Entladungsoberflächenbehandlung gemäss Anspruch 5, wobei das Verbundmetallpulver TiH_2 -Pulver ist und das Weichmetallpulver ein Ag-Pulver.

20.08.00

22
23

DE 198 82 983 T1

7. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, die für die Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung eines Elektrodenmaterials oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie erhalten wird, auf der Oberfläche des Werkstücks; das Verfahren umfasst die Schritte des Einfüllens des Metallpulvers oder des Verbundmetallpulvers in ein Presswerkzeug während das Presswerkzeug in Vibration versetzt wird, und Unterdrucksetzen und Verdichten des Pulvers mit dem Presswerkzeug.
8. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung gemäss Anspruch 7, wobei Ultraschallvibration auf das Presswerkzeug angewendet wird.
9. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung, die für die Entladungsoberflächenbehandlung verwendet wird zur Erzeugung von Entladung zwischen einem Werkstück und einer grünen Kompaktelektrode, die durch Unterdrucksetzen und Verdichten eines Metallpulvers oder eines Pulvers eines Verbundmetalls erhalten wird, und unter Verwendung der Entladungsenergie zur Bildung einer Beschichtung, bestehend aus einem Elektrodenmaterial oder einer Substanz, die durch Reaktion des Elektrodenmaterials mit der Entladungsenergie erhalten wird, auf der Oberfläche

28.08.00

23

24

DE 198 82 983 T1

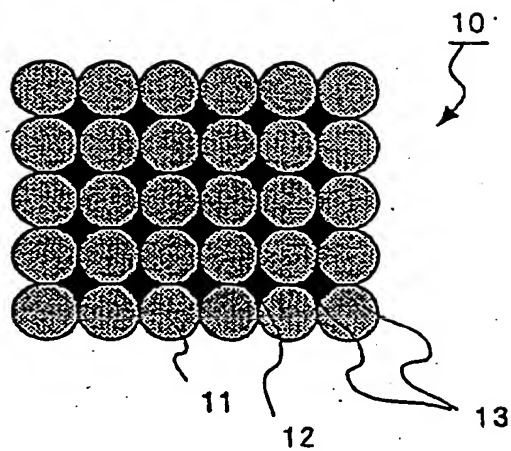
des Werkstücks; das Verfahren umfasst die Schritte des Mischens eines Haftmittels mit dem Metallpulver oder dem Verbundmetallpulver und Unterdrucksetzen und Verdichten des gemischten Pulvers mit einem Presswerkzeug.

10. Verfahren zur Herstellung der grünen Kompaktelektrode zur Entladungsoberflächenbehandlung gemäss Anspruch 9, wobei das Haftmittel ein kohlenstoffhaltiges Haftmittel auf Polymerbasis, wie beispielsweise ein Epoxyharz und Phenolharz, ist.

- Leerseite -

1/4

FIG.1



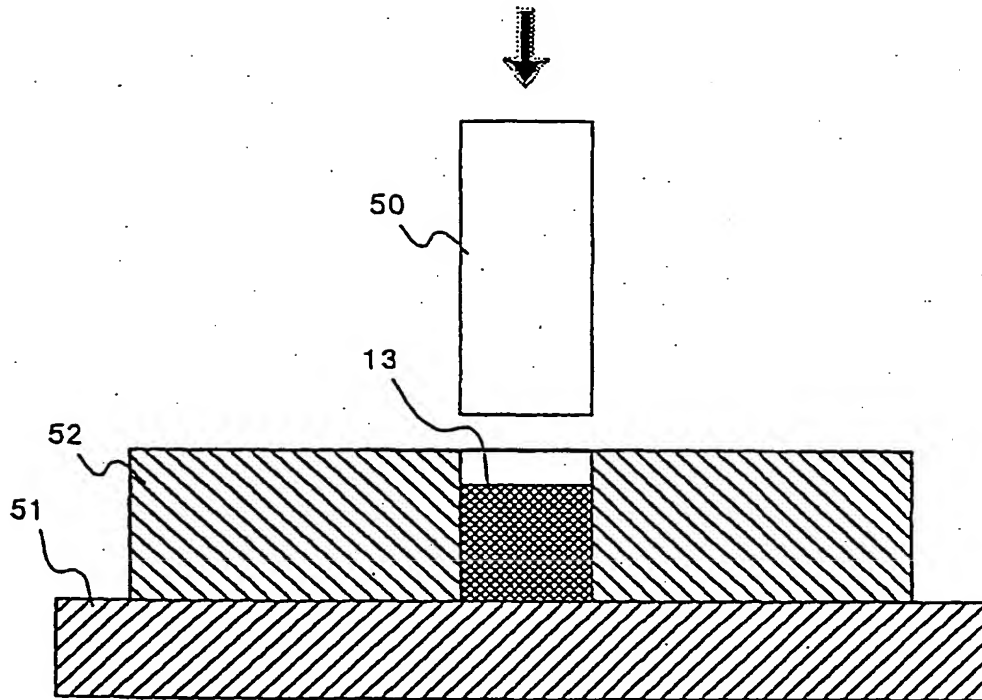
20.08.00

26

DE 198 82 983 T1

2/4

FIG.2



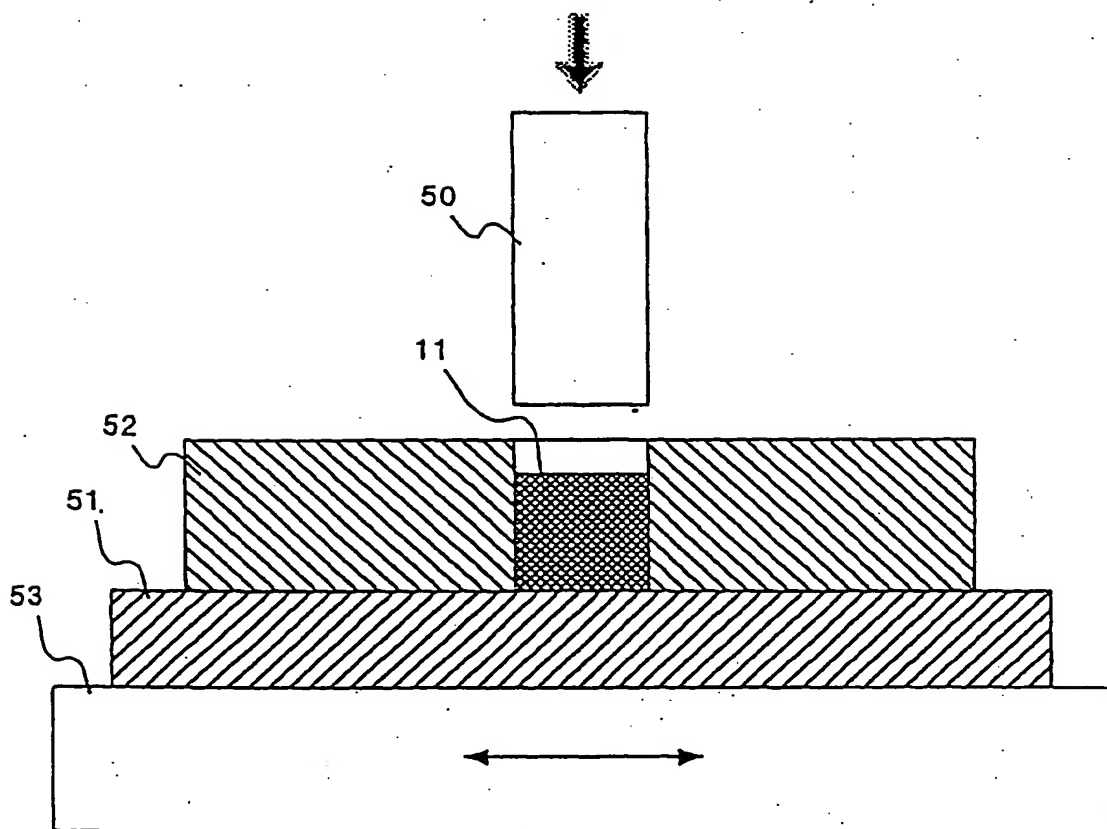
28.08.00

27

DE 198 82 983 T1

3/4

FIG.3



28.08.00

28

4/4

DE 198 82 983 T1

FIG.4

